

Die Organisationsverhältnisse der polygastrischen Infusorien mit besonderer Rücksicht auf die kürzlich durch Herrn v. Siebold ausgesprochenen Ansichten über diesen Gegenstand.

Von

C. E c k h a r d.

(Hierzu Taf. VII. und VIII.)

1. Seit der Entdeckung und Vervollkommnung der Mikroskope hat in allen naturwissenschaftlichen Disciplinen, wo dieses seine Anwendung finden kann, ein neues wissenschaftliches Streben begonnen, dem man seine Anerkennung nicht versagen kann, weil es uns mit einer Menge der interessantesten Thatsachen bereichert hat, die man früher niemals ahnen konnte. Auf dem Felde der Botanik haben sich R. Brown, H. Mohl, M. J. Schleiden u. A. mit Erfolg versucht, und in den zoologischen und anatomischen Gebieten sind nicht minder wichtige Arbeiten von J. Müller, Bischoff, Schwann, Reichert etc. erschienen. Einen Hauptanstoß zu all diesen mikroskopischen Forschungen gab unstreitig Ehrenberg durch seine zahlreichen Arbeiten über eine Thierklasse, die vor ihm sich nur weniger Arbeiter zu erfreuen gehabt hatte und deren anatomische und physiologische Verhältnisse vor ihm so gut wie unbekannt waren. Leider aber ist dieser Schatz trefflicher Beobachtungen nicht nach Verdienst gewürdigt worden; Vielen ist er unzugänglich gewesen, Andere aber haben die Beobachtungen entweder gar nicht oder nur flüchtig wiederholt und deshalb Ansichten ausgesprochen, die einer wissenschaftlichen Kritik nicht Stich halten. Auch in dem im vorigen Jahre erschienen „Lehrbuch der vergleichenden Anatomie von v. Siebold und Stannius“ hat v. Siebold in

dem Abschnitt über Infusorien Ansichten über deren Bau ausgesprochen, die gänzlich von denen Ehrenberg's abweichen. Es bedurften diese daher einer vielseitigeren Beleuchtung, um von subjectiven Meinungen das zu sichten, was als ausgemachte wissenschaftliche Wahrheit gelten kann; zumal da schon in der Wissenschaft Ehrenberg's Ansichten, weil auf klare Beobachtungen gestützt, Anklag gefunden hatten. Herr v. Siebold's Meinungen über den Bau der Räderthiere hat H. Schmidt schon im vorigen Hefte dieses Journals ausführlich besprochen, ich versuche es durch diese Arbeit rücksichtlich der Polygastrica. Dass ich mich ausführlich in die Organisation und Physiologie dieser Thiere einliess, hat einerseits darin seinen Grund, dass wir bis jetzt keine Abhandlung besitzen, die uns im Zusammenhange das hierher Gehörige vor Augen führte (denn Ehrenberg's Beobachtungen sind sehr zerstreut und wollen selbst im grössern Infusorienwerk gesucht sein), andererseits aber darin, dass ich einige bisher noch nicht bekannte Beobachtungen gemacht habe, die vielleicht von Interesse sein könnten.

2. Ehe ich zur eigentlichen Darstellung der Organisationsverhältnisse übergehe, muss ich eine Aeusserung des H. v. Siebold im citirten Werke näher besprechen. Es heisst nämlich darin (p. 7): „Aber auch die als Polygastrica noch übrigen Infusorien (nach Ausscheidung der Rotatorien) bedürfen einer weitem Beschränkung, indem die zu den Closterien, Bacillarien, Volvocinen gezählten Organismen und wahrscheinlich noch viele andere darnulose Magenthiere Ehrenberg's in das Pflanzenreich verwiesen werden müssen.“ Der Streit über die Natur dieser Körper ist alt und datirt sich von der Zeit ihrer Entdeckung. Unzählige Mal ist er erneuert worden, bald von Zoologen, bald von Botanikern; und obgleich dies geschehen, ist doch, wie es scheint, die Wahrheit noch nicht festgestellt. Lehrbücher der Botanik und Zoologie enthalten nicht selten beide eine und dieselbe Gattung oder wohl gar Familie. Ich muss befürchten, dass bei einer hier nochmals vorzutragenden Untersuchung es denen lästig werde, welche schon vor längerer Zeit die Thiernatur der vermeintlichen Pflanzen genügend dargethan haben, kann mich aber derselben doch nicht überheben. Es wird daher

zunächst nöthig sein, zu versuchen, die drei von Siebold ins Pflanzenreich verwiesenen Familien wieder in ihr Recht einzusetzen.

1. Closterien. Für ihre thierische Natur lassen sich Gründe theils aus ihrer Bewegung, theils aus ihrer Organisation anführen. Ich beobachtete an Blättern von *Ceratophyllum*, wie viele Closterien mit einem Ende zierlich an jenen festsaßen, nach c. $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde saßen viele von ihnen in derselben Weise an einer höhern Stelle des Blattes, kein einziges Thierchen lag auf der Seite, oder wäre der Länge nach an dem Blatte angeheftet gewesen. Offenbar hatten sie sich in jener Zeit von der untern zur obern Stelle des Blattes fortbewegt. Beobachtet man ihre Bewegungen unter dem Mikroskope, so sind diese zwar nicht so schnell wie die mancher anderer polygastrischer Infusorien, doch immer noch deutlich als thierische zu erkennen. Sieschwimmen, namentlich im Sommer, nach den verschiedensten Richtungen und *Cl. acerosum*, *Lunula* sah ich oft, wenn das Wasser auf dem Objectenträger nach irgend einer Seite hinfloss, gegen diese Richtung schwimmen, während Pflanzenstücke, Spirogyra-Arten und Oscillatorien mit fortgerissen wurden. Hierin kann man wohl nicht leicht etwas anderes als thierische Bewegung erkennen; diese aber mittelst Electricität erklären wollen, wie H. Turpin¹⁾ will, ist gekünstelt und nicht minder absurd, wie die der Muskelfaser durch dieselbe Naturkraft von Strauss. Aber auch die Organisationsverhältnisse der Closterien sprechen für ihre Thiernatur. Ich will mich bei Erläuterung derselben an das auf Taf. VII. Fig. 1 abgebildete *Cl. acerosum* halten. Wir sehen das in der Mitte verbreiterte Thier sich nach beiden Seiten hin symmetrisch verlängern. In der Mitte zeigt sich eine quere Spalte *m*, die vielleicht zur Aufnahme von Nahrung dienen mag; da, wenn man diese Thiere längere Zeit in gefärbtem Wasser hält, man in ihrem Innern Häufchen von Farbstoffen wahrnimmt. An den Enden sieht man jederseits eine Blase *b*, worin sich unaufhörlich kleine Körnchen (?) bewegen. Bei andern Species findet sich noch eine kleine Oeffnung *r*. Sie liegt mehr dem Rücken zu und steht viel-

1) Sur les Closteries.

leicht mit der Zelle in Verbindung. Herr Ehrenberg sah hier 2 mal Fasern (Füsschen?) hervortreten. Im Innern finden sich auf jeder Seite 2—4 Stränge $s' s'' s'''$ und eine Reihe (bei andern Arten mehrere) drüsenartiger Körper d . Jene habe ich bei der abgebildeten Species in ihrer gegenseitigen Lage sich oft so sehr verändern sehen, dass ich das Zeichnen einstellen und warten musste, bis sie wieder in ihrer ursprünglichen Lage erschienen. Dies Alles ist nicht pflanzlich, und wenn die Schale der Closterie horniger Natur sein sollte, wie dies aus ihrem Krauswerden beim Erhitzen hervorzugehen scheint, so würden sie dadurch noch sicherer aus dem Pflanzenreiche entfernt werden.

II. Bacillarien. Ueber die thierische Natur der hierher gehörigen Formen hat man eigentlich die meisten Zweifel gehegt. Ich glaube indess, dass, wenn man alle Beobachtungen, die bisher über diese Körper gemacht worden sind, zusammenstellt, sie ins Thierreich zu verweisen sind. Erwägen wir daher Folgendes:

Navicula Acus und *Librile* habe ich einige hundert mal so deutlich gegen den Strom schwimmen sehen, wie Closterien, so dass man gar nicht anders kann, als diese Bewegungen von einem Willenseinfluss der Thiere abhängig ansehen. Ueberdies sind die Schalen sämtlicher Bacillarien viel complicirter gebant (siehe 3) als die andern anorganischen Theile, welche man hin und wieder bei Pflanzen findet. Es kommen wohl Kalkinkrustirungen, Krystalle etc. vor, aber niemals solche symmetrisch gebildete Schalen wie bei den Bacillarien. Die Pflanze hat nicht eine solche Macht über den anorganischen Chemismus, dass sie anorganische Stoffe nach ihrem Willen, unabhängig von den Gesetzen jenes, verarbeiten könnte und wie wir sie voraussetzen müssen bei der Bildung der Bacillarienschalen. Für die thierische Natur der Navicularien spricht aber entschieden das Hervorstrecken von Füsschen an ihren vordern und vermuthlich auch untern Panzeröffnungen. Herr Ehrenberg sah es zuerst und beschrieb es in den Schriften der Berliner Akademie ¹⁾. Nach ihm beobachtete es Schmidt und im Spätherbst vorigen Jahres ist es

¹⁾ Aus dem Jahre 1836. p. 134 und 1839. p. 102.

mir auch gelungen, zu sehen. Dass es nicht häufiger bemerkt ist, liegt daran, dass solche Erscheinungen sich nicht erzwingen lassen, sondern von glücklichen Umständen abhängen, die man gerade treffen muss. Wenn endlich die Beobachtung Wernecks ¹⁾, welcher ein Peridinium im Innern einer Navicula sah und meinte, dass dies gefressen worden wäre, wahr sein sollte, wie es sich von einem so scharfen Beobachter kaum noch bezweifeln lässt; so wäre allem Streite über die Natur der Bacillarien ein Ende.

III. Volvocinen. Wie diese II. v. Siebold hat zum Pflanzenreich verweisen können, ist mir nicht begreiflich; das deutliche Auf- und Niedersteigen des *Volvox globator*, wenn man ihn in Gläsern hält, die selbstständige Bewegung der beiden Rüssel eines jeden Einzelthierchens, die von Ehrenberg erkannte kontraktile Blase, lassen keine Zweifel mehr übrig.

Es liegt uns jetzt noch ob, die Gründe anzuführen und zu prüfen, auf welche sich Herr v. Siebold's Urtheil über die Natur der drei genannten Familien stützt. Auf p. 8 u. 9 finden sich folgende Bemerkungen, die wenn sie auch nicht sämmtlich als direkte Gründe der Ansicht des Verfassers angeführt werden, doch als Stoff zu weiteren Betrachtungen dienen können:

1) „Ganz anders verhält es sich mit den Ortsbewegungen der niedrigsten Pflanzenorganismen (wohin bekanntlich auch die besprochenen Familien gezählt werden), indem dieselben nicht die Folge eines innern Willenseinflusses sind und von keinem willkürlich kontraktilem und expansibeln Parenchym ausgehen etc.“ Aus den sub. I—III. angeführten Beobachtungen scheint mir bestimmt hervorzugehen, dass die Bewegungen wirklich von einem innern Willenseinflusse dieser Thiere abhängig sind. Was aber die Behauptung betrifft, dass sie von keinem willkürlich kontraktilem und expansibeln Parenchym ausgingen, so ist dieselbe nicht erwiesen. Da der fast wasserhelle Körper der Bacillarien noch von einem Kieselpanzer eingeschlossen ist, so wird es wohl bei unsern jetzigen Hilfsmitteln und den bekannten Methoden optischer Untersuchungen nicht gut möglich sein, die Körpercontractionen zu beob-

¹⁾ Monatsberichte der Berliner Akademie 1841. p. 109.

achten. Ausserdem aber zeigen die von Ehrenberg als Eierstöcke gedeuteten Organe oft eine so verschiedene Anordnung, dass man leicht versucht ist, an eine Contractilität und Expansibilität des Körperparenchyms zu glauben.

2) „Wimperorgane kommen im Pflanzenreiche in Form eines Flimmerepitheliums an den Sporen der Vaucheria und in Gestalt von einzelnen längern geisselförmigen Fäden bei den Sporen und Jugendzuständen verschiedener Conferven vor, in welchen man gar manche von Ehrenberg als Monadinen und Volvocinen beschriebene Organismen erkennt.“ Zu dieser Aeusserung ist offenbar H. v. Siebold durch einen Aufsatz von Thuret in den Annales des sciences naturelles, welchen er auch citirt, verleitet worden. Wenn wirklich Flimmerorgane an Algensporen vorkommen, so sind doch diese nie als die eigentlichen Organe der Bewegung anzusehen. Die eigenthümlichen Bewegungen jener, welche gegenwärtig die Naturforscher so sehr beschäftigen, geschehen auch ohne Bewegungsorgane und sind ausserdem noch andern Substanzen, z. B. kleinen Staubpartikelchen eigen. Durch Ehrenberg's Beobachtungen an den Sporen der Saprolechnia (*Conferva ferax* Grunth. *Achlya* N. ab Esenb.), die ich bestätigen kann, scheint es erwiesen zu sein, dass chemische Prozesse dabei besonders wirksam sind. Eine Stütze findet diese Ansicht durch folgende Entdeckung: Ich beschäftigte mich vergangenen Sommer eine Zeit hindurch mit Untersuchungen über den Keimungsprocess unserer Getreidearten. Die kleinen Theilchen, welche sich neben den grossen Stärkmehlkörnern in den Zellen des Samenkorns finden, zeigten anfangs nicht die geringste Spur einer Bewegung; sobald aber die Keimung begann, bewegten sie sich lebhaft und als das erste Blatt hervorsprossete, waren die Bewegungen so auffallend, dass ich sie von denen der reifen Sporen der *Achlya prolifera* kaum unterscheiden konnte. Dass Herr v. Siebold meint, in vielen Organismen, die H. Thuret abbilde, erkenne man gar manche von Ehrenberg als Monadinen und Volvocinen beschriebene Organismen, ist sehr richtig. Wer von beiden aber ist im Irrthum befangen? Ist es Herrn Ehrenberg's Fehler, wenn Thuret Infusorien als Algensporen abbildet? Ich gedenke spä-

ter in einer besondern Abhandlung auf den Aufsatz Thuret's einzugehen und die Unrichtigkeiten in demselben aufzuzeigen.

3) „Viele dieser niedern Pflanzengebilde (Bacillarien und Diatomeen) sind ihrer Ortsbewegung wegen für Thiere gehalten worden, obwohl die an ihnen bemerkbaren Ortsveränderungen nicht den geringsten Eindruck machen, als gingen sie von einem innern Willen dieser Organismen aus.“ Man sieht sogleich ein, dass der subjective Eindruck, welchen diese kleinen Geschöpfe auf den Beobachter machen, nicht als Grund zur Entscheidung irgend einer Frage gelten kann; denn auf wissenschaftlichem Gebiete verlangt man objective Gründe. Auch muss ich gestehen, dass als ich diese Thiere zum ersten Mal beobachtete, sie nur den Eindruck von diesen auf mich machten. So haben wir beide ein und dasselbe beobachtet und verschiedene Eindrücke erhalten.

Körperbedeckung.

3. Die polygastrischen Infusorien sind entweder gepanzert oder panzerlos. Wenn ein Panzer vorhanden ist, so besteht er entweder aus Kieselerde, die in manchen Fällen nicht geringe Procente von Eisenoxyd enthält, oder er ist mehr horniger Natur (Closterien). Die Schalen sind mannigfach geformt: bald oval und an den Enden abgestumpft, bald sehr schmal und an den Enden stark zugespitzt, bald breit und an den Seiten symmetrisch ausgeschweift und welches der Verschiedenheiten mehr sein mögen. Unter den panzerlosen giebt es solche, die in grosser Zahl in schleimartige Massen zusammen eingeschlossen sind, z. B. die Ophrydinen, die oft zu hunderten in grünen, dem Froschlaich nicht unähnlichen Kugeln beisammen leben. In dem Darm der Frösche kommen Formen vor, von denen einige (namentlich *Bursaria Ranarum*) in Schleimbälge eingeschlossen sind, was an ähnliche Vorkommnisse bei den Entozoen erinnert.

Bewegungsorgane.

4. Sie sind in mannigfaltiger Form vorhanden und geben uns mit einem Beweis von der Unrichtigkeit der Ansicht, dass die niedrigsten Thierformen durchweg eine einfachere, gleichmässigere und darum unvollkommnere Organisation zeigen,

als die höhern. Um sie übersichtlicher zu haben, wollen wir sie unter den nachfolgenden 3 Gruppen betrachten:

1) Bewegungsorgane, welche um den Mund gestellt sind. Die hierher gehörigen Organe, in welcher Form sie auch vorkommen mögen, haben immer die Bedeutung von Greif-, Tast- etc. Organen und müssten deshalb streng genommen von den Bewegungsorganen ausgeschlossen werden. Da sie indess den Händen und ähnlichen Gebilden der höheren Thierarten entsprechen, so müssen sie hier aufgeführt werden. Bei den Räderthieren sind sie viel vollkommener entwickelt als sogenanntes Räderorgan, das in den mannigfachsten und complicirtesten Formen erscheint. Die Polygastrica zeigen einfachere Bildungen, doch immer noch Verschiedenheiten genug, um sie näher zu betrachten. Am einfachsten erscheinen sie als 1—2 fadenförmige Rüssel oft von solcher Feinheit, dass sie nur dann sichtbar sind, wenn man dieselben sich zwischen Farbttheilchen bewegen sieht. Zahlreicher entwickelt kommen sie vor bei *Vorticella*, *Epistylis*, *Enchelys* etc. In diesen Fällen bilden sie um den Mund herum einen Kranz, der entweder aus einer oder zwei Wimperreihen besteht und dann oft überraschende Aehnlichkeit mit manchen Arten von Räderorganen zeigt. Je nach der verschiedenen Form des Mundes erscheinen auch diese Wimperkränze verschieden. Bei manchen können sie eingeschlagen werden; am regelmässigsten ist dies der Fall bei *Epistylis grandis*.

2) Bewegungsorgane, welche den ganzen Körper bedecken, oder als seitliche Anhänge betrachtet werden können. Bei den meisten der Polygastrica sind dies ebenfalls Wimpern, deren gewöhnlichste Anordnung die ist, dass sich der Länge des Thieres nach Streifen (wahrscheinlich Muskelstreifen) ziehen, auf welchen jene angeheftet sind. Sie erscheinen oft in grosser Anzahl. Andere zeigen diese Wimpern in Kränze gestellt, welche in schiefer Richtung den Körper in der Mitte umgeben, wie dies z. B. recht deutlich bei den Peridinieen zu beobachten ist. *Spirostomum ambiguum* zeigt eine der ganzen Länge des Körpers nach verlaufende Wimperreihe (6 A). Bei den Stylonychien zeigen sie eine auffallende Abänderung. Ihre längliche Mundspalte ist von Wimpern gewöhnlichen Baues umgeben; aber die ihres

Körpers sind mehr rigider Natur. Das auffallendste ist aber an ihnen, dass sie nicht auf längs des Körpers verlaufenden Muskelstreifen, sondern mehr zerstreut stehen und sich namentlich am vordern und hintern Körperende entwickeln. Eine jede Borste (so nennt man wohl diese Wimpern zweckmässiger) ist am Grunde eingelenkt und daher einer selbstständigen Bewegung fähig, während bei den Wimpern gewöhnlicher Art die Bewegungen derselben von den Streifen, auf denen sie sitzen, abzuhängen scheinen. (Fig. 2).

3) Bewegungsorgane, welche dem hintern Theil des Körpers angehören. Manche zeigen an dieser Stelle nicht auffallende, sondern nur wie unter 2. beschriebene Wimpern; andere haben kleine Fasern, mit denen sie sich anheften (Stentoren), noch andere aber zeigen Theile, an denen man vollkommener als irgend anderswo das Muskelsystem in seinen primitivsten Formen studiren kann. Ich denke hierbei besonders an die Vorticellen. Diese Thiere sitzen nämlich an den Enden einfacher oder zertheilter Stiele, deren Struktur bei denen, welche die Fähigkeit sich zurückzuschellen besitzen, diese ist. Eine Scheide (Muskelscheide) Fig. 3s schliesst einen einfachen Muskel ein, der sich ein wenig über der Anheftungsstelle der Scheide auf fremden Körpern verliert. Der unverkennbare Zusammenhang der Bewegungen des Körpers mit denen des Muskelstieles lässt schliessen, dass sich der Muskel in das Thier selbst hineinverzweige. Diese Verzweigungen zu beobachten ist mir aber bisher nur bei *Vorticella nebulifera* gelungen. Ich sah zwei ganz deutliche, obgleich sehr kleine (erst bei einer mehr als 400maligen Vergrösserung sichtbare) Fasern Fig. 3vv, sich in den Körper hinein erstrecken. Ehrenberg sah eine ähnliche Fortsetzung des Muskels in den Körper bei *V. Convallaria*. Ist dieser Stiel nicht contrahirt, so ist auch das Thier in völliger Ausdehnung seines ganzen Körpers; sobald es aber diesen zusammenschnellt, namentlich die Mundwimpern einzieht, so verkürzen sich auch Scheide und Muskel (indem der ganze Stiel sich spiralförmig zusammenwindet) und das Thierchen fährt an seinem Stiele zurück; dehnt sich der Körper wieder aus und werden namentlich recht deutlich die Mundwimpern entfaltet, so geht auch der Stiel wieder aus seinem verkürzten Zustand

in den verlängerten über. Es scheinen bei diesem Schnellen die Mundwimpern und überhaupt der vordere Theil des Körpers von Bedeutung zu sein, da Expansion und Contraction des Stieles und Körpers sich gegenseitig bedingen. Welcher Einfluss auf die so eben beschriebenen Bewegungen der Muskelscheide und welcher dem Muskel zugeschrieben werden muss, hat sich bis jetzt noch nicht mit Sicherheit ausmitteln lassen. Soviel aber ist gewiss, dass zum vollkommenen Schnellen dreierlei nothwendig ist: Unversehrtheit der Muskelscheide, Unversehrtheit des Muskels und Anheftung des ganzen Stieles, denn bei Vorticellen, deren Muskel in unversehrter Scheide zerrissen war, bemerkte ich zwar ein Zusammenschnellen des Körpers, nicht aber war dasselbe von Einfluss auf Ausdehnung und Zusammenziehung des Stieles, ebenso misslang bei andern, deren Scheide verloren gegangen, der Muskel aber noch mit dem Körper verbunden war, jeder Versuch des vollkommenen Schnellens. In beiden Fällen waren die Thiere nicht mehr angeheftet. ¹⁾ Unter den Rädertieren haben wir in den Schnellvorticellen analoges Thier in dem *Conochilus volvox*, bei welchem aber, abgesehen davon, dass die Einzelthiere desselben nicht auf fremden Körpern angewachsen, sondern mittelst ihrer Stiele mit einander verbunden sind, der durch die Muskelscheide gehende Muskel sich in drei oder mehr Bündel trennt, welche einzeln in den Körper des Thiers verlaufen und sich an den innern Seiten desselben festheften.

Die lebhaftesten Bewegungen zeigen unstreitig die Vibrationen, aber es ist bei unsern jetzigen Schmitteln unmöglich, Bewegungsorgane oder gar eine Muskulatur zu entdecken.

Nahrungskanal.

5. In Betreff dieses Theils sind durch H. v. Siebold die meisten Einwendungen gegen die Ehrenberg'schen Ansichten

¹⁾ So viel mir bekannt, hat man bisher noch nicht auf den Einfluss geachtet, welchen Muskel und Muskelscheide auf diese Bewegungen haben. Es wäre daher zu wünschen, dass man die glücklichen Umstände, bei denen man einen von den Theilen versehrt hat, nicht vorübergehen liesse, um mit Sicherheit zu ermitteln, welcher Antheil der Muskelscheide und welcher dem Muskel bei dem Zusammenschnellen gebührt.

gemacht worden. Ich werde im Folgenden die einzelnen Theile des Nahrungskanals nach einander betrachten und an den passenden Stellen v. Siebold's Meinungen prüfen.

1) Mund. Zwar ist nicht bei allen polygastrischen Infusorien ein Mund direkt erkannt; doch lässt sich in vielen dieser zweifelhaften Fälle mit Sicherheit auf denselben schließen, entweder durch ins Innere aufgenommene Nahrungsstoffe, oder 1—2 längere Wimpern, welche man sonst um einen Mund herum zu finden gewohnt ist, oder durch irgend einen andern Umstand. Wenn er deutlich vorhanden ist, so bildet er bald eine mehr oder weniger rundliche Oeffnung (*Paramecium*, *Enchelys* etc.), bald eine längliche Spalte (*Stylonychia*), bald eine Spirale (*Spirostomum*), bald eine anders gestaltete Oeffnung.

Zahngelbilde sind im Vergleich mit denen der Rädertiere, wo sie so mannigfach gebildet vorkommen, dass man über sie allein eine Abhandlung schreiben könnte, sehr selten und möchten kaum anders als bei *Chilodon*, *Nassula* und *Proterodon teres* beobachtet sein. Bei diesen Thieren ist die kreisförmige Mundöffnung in ihrem Innern rund herum mit länglichen Borstenzähnen besetzt. Nach Ehrenberg sollen dieselben bei *P. teres* beim Antrocknen des Thieres aus der Mundöffnung fortgeschleudert werden¹⁾. Ich habe dieses Infusorium bloss einmal beobachtet und da ich auf diese Erscheinung nicht vorbereitet war, sie nicht gesehen; wohl aber habe ich damals die Drüse (6), welche noch nicht bei ihm bekannt war, deutlich erkannt. Bemerkenswerth ist der eigenthümliche Bau des Mundes bei *Paramecium stomiopycha*²⁾. Er wird nämlich von 3—4 Ringfasern *a* umgeben, die von zäherer und festerer Beschaffenheit sind, als das übrige Parenchym des Körpers; an ihnen findet sich ein eigenthümlicher Anhang *z* (Andeutung einer Zunge?)

Hier müssen wir nun auf eine Bemerkung des Herrn v. Siebold näher eingehen. Es theilt nämlich dieser Natur-

¹⁾ Schriften der Berliner Akademie 1833. p. 308 u. Infusorien p. 316.

²⁾ Ehrenberg fand diese neue Species im Sommer 1845 zwischen *Ectosperma clavata* und hatte die Güte, mir einige Exemplare zum Studium zu überlassen (siehe kontraktile Blase).

forscher die Protozoen (so nennt er Ehrenberg's Polygastrica) in *Astoma* und *Stomatoda*, indem er zu jenen: Astasiaeae, Peridinaea, Opalina, zu diesen die übrigen Familien der Polygastrica rechnet. Abgesehen von der Frage, ob diese Eintheilung eine naturgemässe sei, findet sich hier noch einiges zu berichtigen. Was die Astasieen anlangt, so ist zwar der Mund nicht deutlich erkannt, lässt sich aber bei vielen vermuthen. Die Peridiniën dürfen unmöglich sämmtlich zu den Astomen gestellt werden, indem *P. pulvisculus*¹⁾ und *cinctum*²⁾ keineswegs eines Mundes ermangeln. Von den Opalinen hat offenbar H. v. Siebold die *Op. Ranarum* Val., *Bursaria Ranarum* Ehrb., wie dies aus einer andern Stelle hervorgeht, zum Muster gedient. Mag nun der Verf. die übrigen Arten der Gattung *Bursaria* ebenfalls zur Familie der Opalinen rechnen oder nicht, auf keinen Fall dürfen sie den Astomen beigefügt werden; denn einen deutlichen Mund habe ich gesehen bei: *Bursaria truncatella*, *flava* und wenn auch klein, doch klar bei *Ranarum*. Dass die letztere bisher noch keine Farbstoffpartikelchen oder andere feste Nahrungsstoffe in ihr Inneres hat aufgenommen, finde ich eben nicht sehr befremdend; denn es leben diese Thiere im Innern anderer von so zarten Säften, dass ihnen festere Theile nicht zur Nahrung zusagen. Selbst wenn aber die Mundspalte nicht erwiesen wäre, so würde ich mich noch besinnen, auf dieses Merkmal einen so grossen Werth zu legen; denn zur Aufnahme solcher Nahrungsmittel, wie sie die Opalinen geniessen, möchte schon eine blosser Mundstelle genügen, eine Stelle des Körpers von zartern Bau, als die übrigen Theile, besonders geeignet zur Durchlassung thierischer Säfte als Nahrungsstoffe. Wir haben derartige Fälle bei den Eingeweidewürmern. Ihr Rüssel hat keinen Mund und doch gehen von dem vordern Theil desselben schlauchartige Organe aus, die wohl nicht leicht anders als Ernährungswege gedeutet werden können.

2) Darmkanal. Die durch den Mund aufgenommenen Nahrungsstoffe gelangen zunächst in einen Schlauch, der sich bei den verschiedenen Gattungen in verschiedener Richtung durch den Körper hin zieht (Fig. 5 s). An ihm hängen mit-

1) Ehrenberg. Taf. XXII. Fig. 14.

2) Taf. XXII. Fig. 22.

telst hohler Stiele *i*, die Magenzellen *z*. Man könnte leicht versucht sein, den Schlauch *m—n* einen Darm zu nennen; seine Function aber lässt diese Benennung nicht zu; denn er dient bloss zum Durchgang der Nahrungsstoffe, die sich erst in den einzelnen Zellen anhäufen und hier zur Ernährung verwendet werden. Seine physiologische Bedeutung ist daher nur die eines Schlundes, während die einzelnen Zellen als Magen und Darm funktioniren. Aus den Magenzellen gehen die Stoffe wieder zurück in den allgemeinen Schlauch, wandern auch wohl von einer Zelle zur andern und entleeren sich endlich durch den After. Diese Darmverhältnisse lassen sich so vollständig, wie wir sie so eben auseinandergesetzt haben, nicht direkt alle zu gleicher Zeit an jedem beliebigen Individuum beobachten, weil sie von zartem durchsichtigen Bau und keinem andern Brechungsvermögen sind, als das Körperparenchym; die einzelnen Beobachtungen aber zwingen zu einer solchen Ansicht.

a. Bei nicht allzukleinen Formen kann man deutlich beobachten, wie die Nahrungs- oder künstlich angewandten Fütterungsstoffe stets auf einem bestimmten Wege in den Körper gelangen; ja es giebt Fälle, wo dieser erste Theil des Nahrungskanals auch dann beobachtet werden kann, wenn er nicht in Thätigkeit ist, z. B. bei *Epistylis grandis*, wo er dann häufig an seiner innern Fläche mit Wimpern besetzt ist, die sich sogar bei den Opercularien zählen lassen.

b. Dass aber der Nahrungskanal, dessen Anfang, wie so eben angegeben, klar beobachtet werden kann, sich nicht nur eine gewisse Strecke in den Körper hinein erstreckt und dann aufhört, darüber kann man sich ebenfalls an *Epistylis grandis* belehren. Nimmt dieses Thierchen Farbstoffe auf, so bemerkt man, dass, wenn dieselben die Strecke des Darms passirt haben, welche auch sichtbar ist, wenn das Thier nicht frisst, sich oft noch ein geraumes Stück fortverbreiten und dann häufig erst in eine Zelle eintreten.

c. Bei demselben Thiere fixirte ich einst das scheinbare Ende des Darmkanals Fig. 6 *r*, um zu sehen, welchen weitern Verlauf die aufgenommenen Farbtheilchen nehmen würden. Noch hatte das Thier keine Zelle im Innern gefüllt; plötzlich waren es die beiden *ii*, obgleich ich bei *r* noch keine Nahrung

hatte vorbeigehen sehen. Dies deutet nothwendig darauf hin, dass die 2 gefüllten Zellen mit dem allgemeinen Schlauch in einer Verbindung stehen müssen, von welchem aus sie gefüllt werden; und wenn man, nachdem das Thier längere Zeit hindurch gefressen hat, solche gefüllte Zellen überall im Körper verbreitet sieht, so hat man in dieser Erscheinung den Grund für die Annahme, dass der Darmschlauch von grösserer Länge ist, als man es auf den ersten Anblick meinen sollte.

3. After. In den allermeisten Fällen werden die aufgenommenen Stoffe durch eine besondere Oeffnung wieder ausgeworfen. Bei einer grossen Zahl ist er direkt beobachtet und liegt dann bald an dem dem Munde entgegengesetzten Ende, oder neben demselben oder seitlich; bei andern dagegen kann man oft durch eine besonders markirte Stelle auf seine Anwesenheit schliessen.

Ich glaube, dass die angeführten Beobachtungen genügen werden, die Richtigkeit der obigen Ansicht von dem Darmkanal der polygastrischen Infusorien darzuthun. In der Folge werden noch einige Erscheinungen dieselbe unterstützen, und wie ich hoffe, alle etwa noch vorhandenen Zweifel beseitigen.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der Ansicht des H. v. Siebold über die Ernährungsverhältnisse der Polygastrica. Da derselbe Astoma und Stomatoda unterschieden hat, so musste er auch für jene eine Erklärungsweise ihrer Ernährung suchen. Was in einem solchen Falle am nächsten liegt, nämlich Ernährung durch die allgemeine Körperhaut, hat er dann auch gewählt. Für diejenigen Formen, bei denen nicht direkt ein Mund oder mit Farbstoffe erfüllte Magen zellen erkannt sind (deren Zahl aber höchst gering ist, denn selbst bei den Naviculis, Closterien und Monadinen sind die letzten beobachtet), wollen wir gern bis auf weitere sichere Beobachtungen eine solche unklare Ernährungsweise zugestehen. Was aber die Gattung Opalina betrifft, die H. v. Siebold sich besonders zum Vorbild bei Anseinandersetzung der Ernährungsorgane der Astomen genommen hat, so wollen wir seine Meinung darüber hören. Er sagt p. 15:

„Die Opalinen zeigen an ihrer Körperoberfläche nirgends eine Mundöffnung, nehmen niemals feste Farbenpartikelchen in sich auf und lassen zu keiner Zeit fremdartige feste, etwa

als Nahrung verschluckte Substanzen in ihrem Innern wahrnehmen. Dass aber diese Opalinen mit ihrer Körperoberfläche Flüssigkeiten einsaugen können, erkennt man an solchen Individuen der *Opalina Ranarum*, welche sich in einem mit vieler Galle angefüllten Mastdarme aufgehalten haben und dann durch und durch grünlich gefärbt sind. Werden die Opalinen, welche nur einen gewissen Grad von Feuchtigkeit zu ihrer Existenz bedürfen, mit Wasser in Berührung gebracht, so saugen sie zu viel Feuchtigkeit aus demselben ein, blähen sich dabei sehr stark auf und sterben nach und nach ab. Es häuft sich bei solchen Opalinen die eingesogene Feuchtigkeit in dicht stehenden hellen blasenförmigen Tropfen unter der Hautbedeckung an. Dergleichen von einer wasserhellen Feuchtigkeit ausgefüllte Räume der Infusorien sind von Ehrenberg als Magenblasen (*ventriculi*) und von Dujardin als *vacuoles* bezeichnet worden.“ Ich habe schon theilweise diese Bemerkung bei Betrachtung des Mundes berührt und füge hier nur noch Folgendes hinzu. Die blasenförmigen Tropfen, von denen hier H. v. Siebold spricht, sind nicht Folge des eingesogenen Wassers; denn sie zeigen sich auch bei den Exemplaren, die man eben aus dem Darm der Frösche herausgenommen hat ohne Hinzuthung von Wasser. Sie sind freilich in dem letzteren sichtbar, weil dann die Thiere, die im Darne mehr zusammengefaltet liegen, sich ausdehnen können. Auch ist es gar nicht begreiflich, warum bei denjenigen Individuen, die in einem mit Galle gefüllten Darne lebten, sich diese durch den ganzen Körper hindurch verbreiten und nicht auch in solchen Blasen, wie das Wasser erscheinen sollte oder warum nicht zum wenigsten das in blasenförmigen Tropfen erscheinende Wasser, in diesen Fällen durch Galle gefärbt sein sollte. Die Ernährungsverhältnisse der Stomatoden, wie sie oben auseinander gesetzt worden sind, werden durch v. Siebold ebenfalls bestritten. Seine Ansichten darüber sind nach §. 12 im wesentlichen diese:

Die Polygastrica verschlucken mit dem Wasser die Nahrungsstoffe (Farbtheilchen). Dieses, so lange es noch am untern Ende des Oesophagus ¹⁾ hängt, erscheint als eine ge-

¹⁾ H. v. Siebold läugnet nämlich einen Darmkanal und nimmt

stielte Blase. Diese wird durch Contraction des Oesophagus abgelöst und sie erscheint dann als eine ungestielte, in welcher die verschluckten Körper vollständig abgeschlossen liegen. Die in Form von Blasen verschluckten Massen drängen sich, wenn die Thiere zu viel gefressen haben, gegenseitig im Körper, indem die frühern den spätern ausweichen. Bisweilen geschieht es, dass solche mit festem Futter gefüllte Tropfen in einander fließen, was beweist, dass dieselben nicht von besonderen (Magen-) Häuten umgeben sind. Dieser allerdings sinnreichen Annahme steht Folgendes entgegen.

a. Es ist durch die Beobachtung kein Schlund erwiesen, der nur ein Stück in den Körper fortsetzte und dann aufhörte, vielmehr sprechen die oben angeführten Erscheinungen dafür, dass ein ununterbrochener Kanal vom Mund bis zum After den Körper durchzieht.

b. Daher ist dann auch die ganze Theorie der Blasen unhaltbar, was durch mancherlei Beobachtungen und Betrachtungen noch erhärtet wird.

Bei *Vorticella microstoma* ¹⁾ sah ich sehr oft, wie vorn in der Mundöffnung sich ein Häufchen von zu verschluckenden Nahrungsstoffen bildete, das ich nicht besser bezeichne, als wenn ich es einen Bissen nenne. Nachdem dies geschehen, wurde er von dem Thiere in der Weise verschluckt, dass die einzelnen Theilchen so zusammen blieben, wie sie an der Mundöffnung gebildet worden waren. Der Bissen ging dann durch den Darm eine ziemliche Strecke in den Körper hinein und erschien in derselben Form in einer Magen zelle. Hier hatte sich gewiss kein die Nahrungsstoffe einschliessender Tropfen am untern Ende des vermeintlichen Schlundes gebildet, denn die Bildung des Bissens geschah ja in der Mundöffnung; aber anzunehmen, dass der Bissen am Ende des Schlundes in einen Wassertropfen eingeschlossen worden wäre oder ähnliche Erklärungsversuche dieser Thatsache würden selbst gegen physikalische Gesetze verstossen. In andern Fällen und dies ist namentlich bei *Epistylis grandis* klar zu

blos einen Schlund an, der sich nur auf eine gewisse Strecke in den Körper hineinzieht und dann endigt.

¹⁾ Ehrenberg. Taf. XXV. Fig. 3.

beobachten, ist, wenn Farbstoffe in grosser Menge vorhanden sind, bisweilen der ganze Schlauch continuirlich bis zu einer Zelle hin erfüllt. Beim Anblick eines Haufen Farbstoffs wie z Fig. 6 ohne einen Wassertropfen, in welchem derselbe eingeschlossen wäre, und des sich noch fortwährenden Füllens dieses Raumes mit festen Theilen, verschwindet jede Vorstellung einer Blase, wie sie H. v. Siebold beschrieben. — Das Zusammenfliessen von solchen, feste Stoffe einschliessenden Wassertropfen, habe ich höchst selten und zwar nur dann beobachtet, wenn die Thiere aufingen zu sterben. Wenn es aber auch H. v. Siebold häufiger und stets bei noch lebenskräftigen Exemplaren gesehen hat, was ich indess bezweifle, so kann er daraus doch noch nicht folgern, dass diese Räume von keinen Häuten umschlossen seien; können sie bei einem gegenseitigen Drängen der erfüllten Magenzellen wegen ihres zarten Baues nicht zerreißen?

Ich schliesse die Betrachtungen über den Ernährungskanal mit einer Beobachtung, die mir am allergeeignetsten scheint, v. Siebold's Ansichten zu widerlegen. Ehrenberg entdeckte nämlich, dass, wenn man Karmin und Indigo in Wasser zusammennischt, in welchem *Paramecium Aurelia* lebt, nach kurzer Zeit bisweilen einige Zellen dieses Thierchens blos mit rothen, andere nur mit blauen Farbstoffen erfüllt sind. Ich habe dies auch gesehen, zuerst bei meinem Lehrer selbst, mehrere Mal hernach. Hier reicht, wie ich glaube, die mechanische Erklärungsweise des H. v. Siebold nicht aus, da wir es hier mit einer Erscheinung zu thun haben, die eine nicht geringe Ausbildung des Geschmackssinnes voraussetzt.

Anmerk. 1. Seite 16 in der Note 1 heisst es bei Siebold: Auch das bei Trachelius Ovum vorkommende und von Ehrenberg (Die Infusionsthierchen p. 323. Taf. 33. Fig. XIII. 1) für einen verzweigten Darmkanal gehaltene Organ ist mir immer nur als ein das äusserst lockere Parenchym durchziehender, faseriger, keineswegs hohler Strang erschienen, der durch seine Verästelungen dem Innern des Thieres ein grobmaschiges Ansehen giebt." Ich habe dieses Thierchen bisher nur 2 mal beobachtet, weil es zu selten ist, und mir daher noch keine sichere Meinung über dieses Organ bilden können. Das aber darf ich mit Sicherheit behaupten, dass

entweder H. v. Siebold es nie in natura beobachtet oder seinen Bau gänzlich verkannt hat; denn es bedarf nur eines flüchtigen Blicks ins Mikroskop, um sich davon zu überzeugen, dass auch nicht im entferntesten hier von einem faserigen Organ die Rede sein kann.

Anmerk. 2. Wenn H. v. Siebold den polygastrischen Infusorien einen Darm abspricht, so weiss ich nicht, mit welchem Recht er die Auswurfsstelle einen After nennt und warum die Excremente nicht an einer jeglichen Stelle des Körpers durchbrechen können?

Fortpflanzung.

6. Die Organe, wodurch die Erhaltung der Art bedingt ist, haben für den Physiologen von jeher ein besonderes Interesse gehabt und sind daher auch stets mit einer besondern Vorliebe behandelt worden. Die Feinheit der Theile und das Geheimnissvolle des geschlechtlichen Processes haben für den Forscher einen eigenthümlichen Reiz, der bei den Infusorien durch die Kleinheit der Formen noch erhöht wird. Ich werde mich daher auch auf diesen Gegenstand ausführlich einlassen. Wenn wir uns zunächst fragen, auf welche Weise sich die Polygastrica fortpflanzen, so ist darauf zu antworten:

1) Durch Lebendiggebären. Herr Ehrenberg hat dies zuerst beobachtet bei *Monas vivipara*, wo die Erscheinung nicht selten ist. Ausserdem ist nur etwas Aehnliches bei *Stentor coeruleus* gesehen, worauf ich weiter unten zurückkommen werde. Dies scheint H. v. Siebold übersehen zu haben; denn p. 23 führt er nur als Fortpflanzungsweise der Polygastrica Theilung und Knospenbildung auf.

2) Durch Zygose. Im Thierreich ist dieselbe bisher bloss bei den Closterien beobachtet. Es finden sich nämlich im Herbste junge Closterien von der Gestalt, dass 2 Kugeln, deren eine jede nach beiden Seiten hin in eine Spitze verlängert ist, zusammengewachsen sind. Leider hat man bis jetzt noch nicht die weitem Entwicklungszustände gesehen. Man weiss nicht, ob durch ein innigeres Zusammenwachsen der Kugeln nebst ihren Verlängerungen oder durch ein fortschreitendes Trennen vollständige Closterien gebildet werden, obgleich das erstere wahrscheinlich ist. Sollten wir so glück-

lich sein, bald darüber ins Klare zu kommen, und sollte sich die Zygose als eine Art der Fortpflanzung der Polygastrica erweisen, so würde sie nicht mehr so selten sein; denn sie ist ausserdem noch beobachtet bei Spirogyra-Arten und einer Schimmelbildung.

3) Durch Theilung. Sie geschieht entweder in die Quere oder in die Länge oder bei ein und derselben Species auch wohl nach beiden Richtungen. Sie ist offenbar bei manchen Familien eine der fruchtbarsten Fortpflanzungsarten, z. B. bei den Bacillarien, Kolpodeen, Stylonychien etc. Bei den ersten theilt sich regelmässig der Kieselpanzer mit und man könnte vielleicht hierin noch einen Grund finden, sie den Thieren zuzuzählen.

4) Durch Knospenbildung.

5) Eibildung ist zwar nicht direkt beobachtet, aber die verschiedenen Grössen, in denen manche Polygastrica, namentlich Vorticellen, vorkommen, lassen vielleicht auf eine solche schliessen. Am auffallendsten sind die Differenzen in der Grösse bei der *Vorticella microstoma*. Auf keinen Fall können die so überaus kleinen Individuen dieser Art durch Theilung entstanden sein; auch nicht durch Knospenbildung, denn es ist bei dieser Species eine solche noch nicht nachgewiesen. Hieran will ich eine Beobachtung schliessen, die ich im Frühjahr 1845 am *Stentor coeruleus* machte, um weitere Reflexionen daran zu knüpfen.

Fig. 7 stellt uns dieses Infusorium dar. In ihm bemerkte ich 3—4 Kugeln in verschiedenen Entwicklungszuständen, welche der Reihe nach durch die Fig. 8—14 dargestellt sind. Im ersten Stadium ist der Inhalt der Kugeln, der aus kleinen Körnchen besteht am unvollkommensten entwickelt; die Körnchen sind noch in geringer Anzahl vorhanden und die Kugel ist, wenn sie im Körper liegt, wegen des körnigen Parenchyms des letzteren eben nicht sehr deutlich. Auf der zweiten Stufe der Entwicklung Fig. 9 treten die Körnchen zahlreicher auf, der Inhalt ist daher concentrirter und die Kugeln können dann sehr deutlich im Körper beobachtet werden. Fig. 10 *a* stellt die dritte Entwicklungsstufe vor; Körnchen beginnen sich zusammenzuordnen in eine Reihe *m*. Bisweilen erschei-

nen sie an 2 Stellen auf ähnliche Weise gruppiert, wie es Fig. 10 *b* zeigt. Die auf diese Art geordneten und dicht neben einander gedrängten Körnchen verschmelzen in ein drüsenartiges, doch helles Organ, an welchem aber keine Körnerstruktur mehr zu erkennen ist; manchmal ist dasselbe ebenfalls in 2 Theile getrennt, Fig. 11. 12. Zuletzt erscheint an der Stelle des durchsichtigen drüsenartigen Organs eine Wimperreihe, offenbar der Mund; (Fig. 13 *a*) ob aber derselbe aus jenem unmittelbar entstanden ist, habe ich nicht bestimmt ermitteln können, ist aber höchst wahrscheinlich, da einerseits die Wimperreihe an der Stelle der hellen Drüse sich findet, andererseits auch bei allen den Keimen, welche eine solche zeigen, jenes Organ fehlt. Gleichzeitig mit der Entwicklung des Mundes zeigen sich auch 1—2 helle Blasen (Fig. 13. 14 *b*). Am 18. Mai beobachtete ich im Innern des *St. coerulens* einen Keim wie Fig. 13, ich sah die Wimpern sich ganz deutlich bewegen, die Blasen fehlten aber noch, und ich sah ihn diesmal nicht austreten. Am 21sten sah ich die vollständige Form Fig. 13 und dieselbe auch anstreten, während das alte Thier fortschwamm. Ich fixirte nun das Junge, um seine weitem Veränderungen, vielleicht das Zerplatzen der Schale zu beobachten, musste aber nach Verlauf einer halben Stunde die Beobachtung einstellen, da ich wegen Anstrengung des Auges nicht mehr für die Richtigkeit einer weitem Beobachtung bürgen konnte. Den 4. Juni sah ich einen Keim wie Fig. 14 austreten; er unterschied sich von dem am 21. Mai beobachteten dadurch, dass anfangs rund, sich mit einem Male an seinem hintern Ende eine Einbiegung zeigte, eine Erscheinung, die man häufig an jungen, bisweilen auch an alten Stentoren gewahrt, wenn sie aus der länglichen Form sich in eine mehr oder weniger gerundete zusammenziehen. Später habe ich das Austreten eines solchen Keimes noch einmal gesehen und es scheint mir, dass der eigentliche Punkt der Reife der sei, wenn sich anfangen Blasen zu zeigen. Bei *Stentor polymorphus* Fig. 15 habe ich 2 solcher Kugeln beobachtet, es ist mir aber nicht gelungen, irgend eine vollständig ausgebildete austreten zu sehen. Im Herbste habe ich oft darnach gesucht, diese Erscheinung wieder zu sehen, habe sie aber niemals so vollständig, wie im Frühjahr beobachten

können, obgleich derartige Kugeln auch in der spätern Jahreszeit gerade nicht seltene Erscheinungen sind.

Für was soll man diese Erscheinung halten? Verschluckte Vorticellen, wie man mir mündlich eingewandt hat, können es nicht wohl sein, da ich so verschiedene Entwicklungszustände gesehen und sie auch immer nur an der einen Stelle des Körpers, niemals weiter nach vorn beobachtet habe, was nicht gut möglich ist, wenn es verschluckte Substanzen gewesen wären. Ich glaube vielmehr, dass ich die ersten Anfänge der Knospenbildung vor mir gehabt habe, welche gewöhnlich an dieser Körperstelle zu erscheinen pflegt. Es ist aber auch möglich, dass es eine eigene Art der Fortpflanzung ist, analog der, welche Steenstrup ¹⁾ und Andere bei manchen Eingeweidewürmern beobachtet haben und welche darin besteht, dass im Innern von Mutterthieren Keime (bisher nicht als Folge geschlechtlicher Einflüsse erwiesen) gebildet und ausgeschieden werden, für welche letztere Ansicht die Thatsache zu sprechen scheint, dass ich, wie angeführt, jene Kugeln habe austreten sehen.

Wir haben bisher mit Fleiss von den eigentlichen Organen des Geschlechts geschwiegen, um uns nun den Betrachtungen über diese allein zu widmen. Herr Ehrenberg hat 2 Organe, 1 oder 2 kontraktile Blasen und in ein- oder mehrfacher Anzahl vorkommende Drüsen, als Geschlechtsorgane angesprochen ²⁾. Ich will beide genauer betrachten und sehen, welche Deutung sie erlauben:

A Die kontraktile Blase. Beobachtet man eine *Stylonychia* (Taf. I. Fig. 2) oder eine *Bursaria*, so bemerkt man bei geringer Anstrengung eine helle, ziemlich grosse Blase. Sie scheint auf den ersten Anblick eine runde Oeffnung in der Haut zu sein, woher es auch gekommen ist, dass mehrere Beobachter sie als mit der Respiration in Beziehung stehend angesehen haben, ist es aber keineswegs, sondern liegt im Innern des Körpers. Man kann sich leicht von dieser Lage überzeugen, wenn man die Thiere beobachtet (wie

¹⁾ Ueber den Generationswechsel.

²⁾ Ueber eine bis zu den Monaden hinab darstellbare Duplicität des Geschlechts.

Ehrenberg zuerst angab), indem sie sich um ihre Längsachse drehen. In dem Augenblicke, wo die Blase verschwindet, sieht man deutlich, wie über die scheinbar offene Stelle sich die Linien wegziehen, welche der Länge nach den ganzen Körper überziehen und mit Wimpern besetzt sind. Oft hält es schwer die Blase zu finden, wegen der Menge der Körnchen, die sich in der Haut finden. Die gewöhnlichste, höchst constante Form ist die runde, fast nie beobachtet man eine auffallend andere Gestalt. Bei einigen Gattungen aber zeigt sie Strahlen, die sich bald kürzer, bald länger sternförmig in den Körper hineinziehen. (Fig. 4). Ebenso sind die Variationen in der Zahl der Blasen gering; gewöhnlich eine (bei den meisten Gattungen) oder zwei (*Paramecium*, *Chilodon Cucullulus*). Bisweilen kommen wohl mehrere vor; dann aber ist in der Regel das Thier in einer Theilung begriffen. Bei Siebold findet sich §. 17 einiges zu berichtigen. Nach ihm soll *Trachelius Meleagris* eine Reihe von 8—12 runden contractilen Rännern besitzen (p. 21) und Ehrenberg soll den farblosen Saft derselben in Folge einer optischen Täuschung als mit röthlichem Verdauungssaft angefüllte Magenzellen angesehen haben. Allein die Sache verhält sich so: die 8—12 runden Blasen erscheinen nicht in Folge einer optischen Täuschung, sondern wegen des in ihnen enthaltenen gefärbten Saftes roth; denn wenn die Thiere zerfliessen, sieht man den rothen Saft herausquellen. Ausserdem zeigt aber dieses Thier noch 2 andere, die eigentlichen contractilen Blasen. Den 8—10 rothen Blasen des *Trachelius Meleagris* scheinen mir auch die bei *Amphileptus Meleagris* und *longicollis* vorkommenden zu entsprechen, da ihre Contractionen mir nicht so erschienen, wie ich sie bei den andern Formen zu finden gewohnt war. Dem *Spirostomum ambiguum* wird v. Siebold ein contractiler Behälter in Form eines langen pulsirenden Gefässes, das sich durch den langgestreckten Leib hindurchziehe, zugeschrieben. Ich habe dies nie gesehen; vielleicht hat H. v. Siebold die 4, 2 erwähnte Wimperreihe verkannt. Ebenso sollen sich bei *Stentor* ausser dem grossen, runden contractilen Raume am Vorderleibsende noch mehre andere solche Räume am Leibe seitlich heraberstrecken. Bei meinen oben angeführten Untersuchungen über die Fortpflan-

zungsverhältnisse der Stentoren habe ich wohl einige hundert unter den Händen gehabt, niemals aber habe ich ausser dem grossen kontraktilem Raum noch andere seitlich am Leibe gesehen. Wahrscheinlich hat v. Siebold die ersten Entwicklungszustände (vielleicht wie Fig. 8) zur Beobachtung gehabt. Die wichtigste physiologische Eigenschaft dieser Blase ist, wie schon angedeutet, ihre Contractilität. Man sieht, wie sie von Zeit zu Zeit sich kräftig, oft krampfhaft zusammenzieht, wieder ausdehnt und die Zusammenziehung wiederholt. In den Fällen, wo die Blase sternförmige Ausbreitungen zeigt, werden diese am Grunde zwiebel förmig aufgetrieben, gleichsam als wenn ein wässriger Inhalt in sie hineingetrieben würde, was aber keineswegs erwiesen ist. Es geschehen die Contractionen bei einigen in regelmässigen, bei andern aber auch in unregelmässigen Zeiträumen. Ich beobachtete mit Schmidt in dieser Beziehung *Paramecium Aurelia*, *Stylonychia pustulata* und *Bursaria flava*. Wir fanden, dass bei *P. Aurelia* vom Anfang einer Contraction bis zur folgenden 6—8 und bei der *Stylonychia* gegen 10—12 Sek. verflossen, dass dagegen bei *Bursarien* sich nicht eine Zeit für die Wiederkehr der Zusammenziehungen bestimmen liess. Nach diesen Bemerkungen prüfe man, ob der Satz von Siebold allgemein richtig ist: „Es finden sich hohle, rhythmisch kontraktile, gleichsam pulsirende Räume in mannigfaltiger Form, Zahl und Anordnung.“

Was das Vorkommen der kontraktilem Blasen bei den einzelnen Familien betrifft, so ist sie bei den meisten erwiesen. Schon in der ersten Abhandlung über diesen Gegenstand ¹⁾ wurde auf ihre Anwesenheit bei der Mehrzahl der Formen aufmerksam gemacht und später sind in einzelnen Abhandlungen Ehrenberg's noch Fälle bekannt geworden, in denen sie erwiesen, obgleich sie früher zu fehlen schien. Indess ist sie bis heute bei folgenden Familien noch nicht erkannt (vielleicht wegen Unzulänglichkeit der Schmittel oder anderer Umstände): Vibrionen, Arcellinen, Bacillarien, Closterien, Colepinen, Dinobryinen.

¹⁾ Ehrenberg: Ueber eine bis zu den Monaden hinab darstellbare Duplicität des Geschlechts.

B. Die Drüsen.

Ausser den Blasen finden sich bei fast allen Polygastricis Drüsen von etwas festerer Beschaffenheit als der übrige Körper. Man bringt sie sich am besten zur Anschauung, wenn man das Infusorium ohne Auflegung von Glasplatten aus Wassermangel zerfliessen lässt. Ehrenberg unterschied in der citirten Schrift folgende Formen, unter welche sich alle einordnen lassen:

1. Die Kugelform, 2. Eiform, 3. Scheibenform, 4. Nierenform, 5. Bandform, 6. Perlschnurform, 7. Stäbchenform, 8. Ringform.

Sie scheinen zwar mehr verbreitet zu sein, als die Blasen; sind aber doch auch bei einigen, obgleich wenigen, Familien nicht aufgefunden. Diese sind: *Colépinen*, *Vibrionen*, *Dinobryinen* und *Arcellinen*. Auch in Beziehung dieses Organs finden sich bei Siebold (§. 21—23) einige Bemerkungen, denen ich nicht beistimmen kann.

a. Es scheint ihm dieser Kern lose im Parenchym zu liegen, da man nicht selten die Beobachtung mache, dass sich die Infusorien um den in ihrem Innern still liegenden Kern herumdrehen. Diese Erscheinung ist indess so oft nicht und nur dann zu bemerken, wenn man längere Zeit hindurch ununterbrochen die Drüse fixirt und den übrigen Körper ausser Acht lässt, stellt sich aber niemals ein, wenn man anfängt zu beobachten und gleichzeitig Drüse und Körper berücksichtigt. Ich halte daher dieses Phänomen für eine optische Täuschung, zumal wenn ich daran denke, dass es nicht erklärlich wird, wie die Drüse bei den verschiedenen Gattungen und Species stets eine so konstante Lage behält, was sich nicht bei einem so nachgiebigen Körperparenchyme, wie es v. Siebold bei Betrachtung der Ernährungsverhältnisse vorausgesetzt hat, erwarten liesse.

b. Auf p. 25 in der Note 2 spricht v. Siebold die Vermuthung aus, dass die Drüsen sich später vielleicht zu besondern Thieren entwickelten, weil sie nach dem Absterben der Infusorien nicht sogleich untergingen. Dies ist mir nicht wahrscheinlich, da ich solche Kerne oft schon nach einer halben oder ganzen Stunde, auch wenn Wasser in hinreichender Menge vorhanden war, vergehen sah. Dass sie sich länger

als die andern Körpertheile erhalten, darf nicht auffallen, da sie von festerer Consistenz als diese sind.

Anmerk. Was das Vorkommen von Drüse und Blase in einem und demselben Individuum betrifft, so ist zu bemerken, dass in allen den Fällen, wo eine Blase vorhanden, auch die Drüse erwiesen ist, oder sicherlich noch wird aufgefunden werden können, wie uns mehre Beobachtungen gelehrt haben (*Prorodon teres*), dass es aber einige Familien giebt, bei denen die Drüsen wohl, nicht aber kontraktile Blasen gesehen sind (Bacillarien, Closterien). — Sind beide Organe zugleich vorhanden, so liegt, wenn man der Ehrenberg'schen Ansicht über die Bedeutung dieser Organe beipflichtet, die Vermuthung nahe, dass sie mit einander in Verbindung stehen. Doch ist dieselbe bis jetzt keineswegs bestätigt.

C. Deutung dieser beiden Organe.

Ehrenberg deutete diese Organe dahin, dass er die Drüsen als Hoden und die Blasen als Samenblasen ansprach. In der That, diese Ansicht ist von ihm nicht ohne Grund ausgesprochen. Die Analogie dieser Blase mit dem kontraktilen Organ der Räderthiere, das durch seine sichtbare Verbindung mit dem Eierstock als Samenblase erwiesen zu sein scheint, spricht für diese Deutung. Wiegmann, als er Ehrenberg's Entdeckung in seinem Jahresberichte erwähnte¹⁾, bemerkte, dass vielleicht die kontraktile Blase ein Herz sein könne. Als Grund führt er an: sie sei bei Längs- und Quertheilung der Thiere stets schon vorgebildet, was darauf hinzudeuten scheine, dass man es mit einem zum Lebensprocesse durchaus nothwendigen Organe zu thun habe, während dagegen Fortpflanzungsorgane, die sonst erst bei völliger Ausbildung des Körpers zu functioniren anfangen, weder eine so frühzeitige Bildung, noch eine so anhaltende Thätigkeit nothwendig machten. Mich däucht aber, dass sich Wiegmann's Einwand einerseits dadurch entkräfte, wenn man bedenkt, dass die Theilung stets eine wesentlich andere Entstehung des Individuums ist, als die durch geschlechtliche Zeugung und dass daher die Entwicklungsgesetze beider Arten der Bildung von neuen Individuen keineswegs dieselben sind; andererseits aber durch die

¹⁾ Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte 1831.

Annahme, dass bei jeder Contraction nicht Samenflüssigkeit entleert werde. H. v. Siebold hält auch mit Wiegmann die kontraktile Blase für die erste Anlage eines Circulations-systems und für den ersten Versuch eines Kreislaufs der Ernährungssäfte; aber nur in Folge dieser Voraussetzung: „Höchst wahrscheinlich ist die Flüssigkeit, welche die durch eine Art von Diastole sich aushöhlenden Räume ausfüllt, eine aus dem Parenchym hervorquellende Ernährungsflüssigkeit, welche bei der Systole wieder in das Parenchym zurückgetrieben wird, wodurch die nöthige Bewegung und Vertheilung dieses Nahrungsstoffes bewirkt und eine etwanige Stagnation desselben verhütet wird.“ Da v. Siebold's Ansicht nur hierauf gegründet, Wiegmann's Einwürfe ich beseitigt zu haben glaube und Ehrenberg's Ansicht wenigstens eine, wenn auch in der Wissenschaft nicht ausreichende, Analogie für sich hat, so bekenne ich mich vorerst noch zur Meinung des Letztern; verhehle mir aber nicht dabei, dass das Vorkommen von Drüsen ohne Blasen (bei den Closterien und Bacillarien) mir einen nicht nothwendigen Zusammenhang beider Organe zu beweisen scheint. Doch ist es nicht unmöglich, dass bei Vervollkommnung der Schmitten, auch in diesen Familien die kontraktilen Blasen noch entdeckt werden können.

Anmerk. Es wäre noch ein wichtiger Punkt, nämlich die Augen, (der Räderthiere sowohl als der polygastrischen) in Betracht zu ziehen gewesen; da indess dieselben auch H. Schmidt in seiner Arbeit über die Räderthiere übergangen hat, so giebt dies noch Stoff genug zu einer besondern Abhandlung, die wir baldigst erscheinen zu lassen versprechen.

Erklärung der Abbildungen Taf. VII und VIII.

Taf. VII.

Fig. 1. *Closterium acerosum*.

oo Blasen, in denen kleine Körnchen in unaufhörlicher Bewegung sind.

s' s'' s''' kleine dünne Stränge, die ich in ihrer gegenseitigen Lage sich verändern sah.

dd Drüsen.

m Oeffnung (Mund).

rr Oeffnungen, welche sich bei einigen anderen Arten von Closterien finden und aus welchen Ehrenberg kleine Füsschen hervorstrecken sah.

Fig. 2. *Stylonychia pustulata*.

m Mund.

b kontraktile Blase.

f die auf Höckern beweglichen rigiden Wimpern.

Fig. 3. *Vorticella nebulifera*.

b kontraktile Blase.

x Magenzellen.

s Muskelscheide.

m Muskel.

vv Verlängerungen des Muskels.

f Anheftung in der Muskelscheide.

Fig. 4. *Paramecium stomioptychu*.

aaa Fasern, welche ringsum die Mundöffnung umgeben.

x ein kleiner Anhang an den vorigen.

d Drüse.

s kontraktile Blasen mit ihren Strahlen.

Fig. 5. Eine *Vorticelle*.

m Mund.

s allgemeiner Nahrungsweg (Schlund).

x Magenzellen.

ii hohle Stiele derselben.

a After.

Fig. 6. *Epistylis grandis*.

m Mund.

ii Magenzellen, die ich gefüllt sah, ohne gesehen zu haben, dass Nahrungsstoffe das scheinbare Ende *r* des Schlundes passirt hätten.

x gefüllte Magenzelle im Zusammenhang mit dem allgemeinen Nahrungsweg.

Taf. VIII.

Fig. 7. *Stentor coeruleus*.

b Blase.

k Keime.

d Drüse.

Fig. 8—14. Entwicklungsstufen der im Inneren beobachteten kugeligen Körper.

Fig. 15. *Stentor polymorphus*.

b kontraktile Blase.

d Drüse.

e Keime, wie die beim *St. coeruleus* beschriebenen.